



TITLE:

キャリートレードにおける意思決定基準の提案 (不確実・不確定性下での意思決定過程)

AUTHOR(S):

岡本, 雅生; 宮崎, 浩一; 吉井, 芳樹

CITATION:

岡本, 雅生 ...[et al]. キャリートレードにおける意思決定基準の提案 (不確実・不確定性下での意思決定過程). 数理解析研究所講究録 2010, 1682: 9-16

ISSUE DATE:

2010-04

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/141409>

RIGHT:

キャリートレードにおける意思決定基準の提案

電気通信大学大学院

岡本 雅生(Masaki Okamoto) 宮崎 浩一(Koichi Miyazaki) 吉井 芳樹(Yoshiki Yoshii)

University of Electro Communication

1. はじめに

キャリートレードとは国際的に見て低金利の通貨を借入れ、高金利の通貨で運用する取引のことである。代表的なものとしては外国為替証拠金取引 (FX) がある。近年では、日本円やスイスフランなどの低金利通貨で調達し、米ドルや豪ドルなどの高金利通貨で運用するキャリートレードが活発化してきている。2009 年 12 月 10 日におけるロイターのニュース[文献 5]においても、「オーストラリアと主要通貨国との金利格差は以前高く、最近の豪ドル上昇により、豪ドル/円のキャリートレードが活発化している」とある。

以下では、図 1 に示す例を用いて具体的にキャリートレードを説明する。まず日本の銀行から金利 1% で 100 円を借入れ、それを現在のドル円レート ($\$1=100$ 円) で 1 ドルに換え、金利 5% の米国の銀行に預金する。1 年後、1 ドルは 1.05 ドルとなり、1 年後のドル円レート ($\$1=100$ 円) で日本円に換え、金利が上乗せされた借入れ分 (101 円) を返済すると、4 円の利益を得る。このように、主に国内外金利差により収益を得ようとする取引をキャリートレードという。

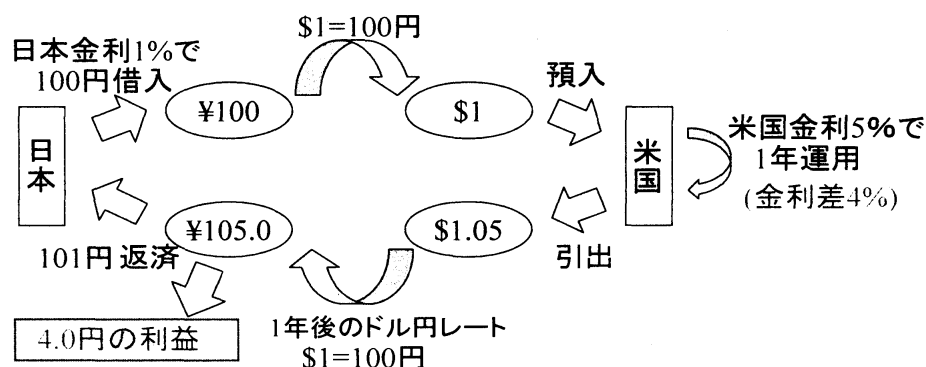


図 1 キャリートレードの例

図 1 の例から、キャリートレードの収益は現時点における国内外金利差 (キャリー) の大きさに加え、将来の為替レートによって決まることが分かる。現時点において将来の為替の動向を示す指標に為替変動率 (ボラティリティ) があり、一般的にこの値が小さいほど為替レートが変動せず、キャリートレードを行なった際に損失が発生しにくいと考えられる。す

なわち、キャリーが大きく、ボラティリティが小さいほどキャリートレードは投資条件が良いとされている。

本研究の研究対象である通貨先物コールオプションは、予め定めた将来時点(満期)に、予め定めた価格(権利行使価格)で通貨先物を購入する権利である。通貨先物コールオプションはキャリーやボラティリティに影響を受け、キャリートレードと同等のポジションを取るため、キャリートレードの一形態といわれている。(詳しくは文献 4 を参照) 先行研究 VINEER BHANSALI (2007)[文献 1]ではオプション取引の際の意思決定基準として、キャリーが大きく、インプライド・ボラティリティ(オプション価格から逆算される通貨先物の価格変動率)が小さいほど投資条件が良いとする意思決定基準“True option cost”(以下 TC)が提案されている。先行研究ではこの TC にある閾値を設け、TC が閾値より小さい(割安と判定)ときに通貨先物コールオプションを購入するという投資戦略を行い、TC を用いない場合よりも高い収益(リターン)が得られることを示した。

しかし、キャリーが小さくてもインプライド・ボラティリティが十分小さい場合や、インプライド・ボラティリティが大きくてもキャリーが十分大きな場合において、投資条件が良いとみなしてしまうことがある。そのため、TC を用いた投資戦略におけるリターンが TC を用いない場合と比較した際に大きく改善されない場合がある。そこで、本研究では、キャリーが大きく、かつインプライド・ボラティリティが小さい好条件をより効果的に判断する新たな意思決定基準を提案する。

2. 意思決定基準

2.1. True オプションコスト基準(“ True option cost ”)

TC は、原資産である通貨先物と満期が等しく、また投資時点での原資産価格と権利行使価格が等しい(ATM)通貨先物コールオプションに投資する際の意思決定基準である。通貨先物コールオプションの原資産である通貨先物の価格(式(3))は、キャリーが大きいほど現物価格より低くなる。また、先物価格は満期までの期間が短いほど現物価格に近く、満期において先物価格は現物価格に一致する。図 2 に示すように、現時点において、満期の現物価格が従

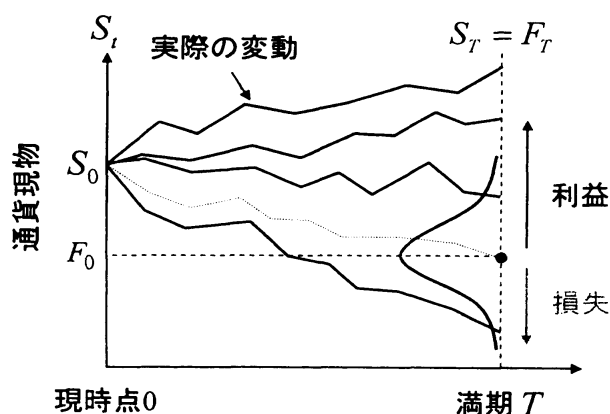


図 2 ATM 通貨先物コールオプションの概念図

う分布は現時点の先物価格を中心とした分布となる。また、ATM 通貨先物コールオプションは満期における先物価格（満期においては現物価格と等しい）が権利行使価格（現時点における先物価格と等しい）よりも高い場合に利益が発生するものである。以上のことから、キャリーが大きいほど現時点の現物価格と権利行使価格（現時点の先物価格）との差が大きくなり、満期において利益が生じる可能性が高くなると考えられる。同様に、先物価格のボラティリティが小さいほど、満期において権利行使価格よりも先物価格が大きくなりやすいため、利益が生じる可能性が高くなると考えられる。この現時点のキャリーとボラティリティを考慮したコスト指標が式(1)に示す TC_t である。 TC_t は”キャリー”と為替変動率を含むオプションの指標である”オプションのデルタ”の積を用い、キャリーが大きく為替変動率が小さいほど投資コストを小さく見積り、投資条件が良いとする意思決定基準である。

$$TC_t \equiv \frac{P_{t,T} - \Delta_t C_t}{P_{t,T}} \quad (1)$$

$$P_{t,T} = e^{-rt} [F_{t,T} N(d_1) - KN(d_2)] \quad (2)$$

$$\left(d_1 = \frac{\ln(F_{t,T}/K) + 0.5\sigma^2 T}{\sigma\sqrt{T}}, d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T} \right)$$

$$F_{t,T} = S_t e^{-C_t T} \quad (3)$$

ここで、 $P_{t,T}$ は時点 t で購入した満期までの期間 T の ATM 通貨先物コールオプション価格、 C_t は国内外金利差（キャリー）、 Δ_t はオプションのデルタ、 $F_{t,T}$ は通貨先物価格、 S_t は現物為替価格、 K は通貨先物オプションの権利行使価格、 r は国内通貨の金利である。

また、式(1)を近似することにより、キャリー C_t とインプライド・ボラティリティ σ_t に関する一次式(式(4))で表せる。

$$TC_t \approx \left(1 - \frac{C_t \sqrt{0.5\pi T}}{\sigma_t} \right) \quad (4)$$

$$\Leftrightarrow C_t = \frac{1 - TC}{\sqrt{0.5\pi T}} \sigma_t \quad (4')$$

式(4)より、TC は、投資条件の良さを、キャリーとインプライド・ボラティリティの両側面から判断できるような指標であることが分かる。そこで、TC の値に閾値を決めた場合の基準線(式(4'))を、縦軸をキャリー、横軸をインプライド・ボラティリティとして図に表すと、図 3 のようになる。また、図 3 のプロットは、原資産の通貨先物と同じ満期 1 年の通貨先物コールオプションを購入し、1 ヶ月後に売ったときのオプションのリターンの散布図である。

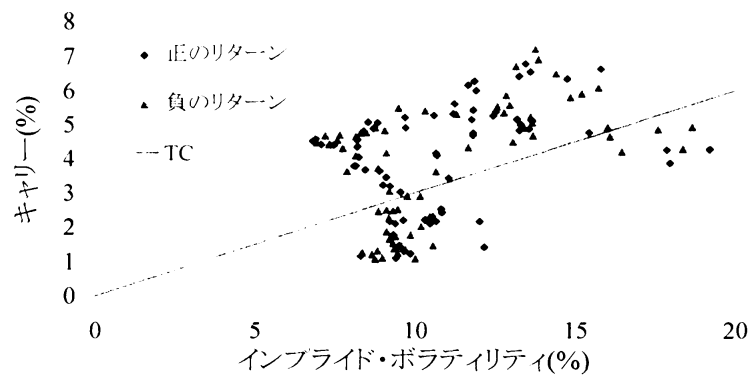


図 3 TC の基準線とリターンの散布図

2.2. 新しい意思決定基準

先行研究で提案された意思決定基準 TC は、値が小さいほど投資条件が良いとみなすものである。すなわち、各時点のキャリーとインプライド・ボラティリティのプロットが、図 3 の TC の直線よりも上に位置するような場合、投資条件が良いとみなし、逆に下に位置するような場合、投資条件が悪いと判断する。

しかし、この投資条件の良し悪しを判別する基準線は、傾きが TC に依存する、切片 0 の直線であるために、低キャリーのと看でさえも、低インプライド・ボラティリティであれば、投資条件が良いとみなしてしまうことがある。また、高インプライド・ボラティリティの場合においても、高キャリーであれば、投資条件が良いとしてしまうことがある。

そのため、より効果的に高キャリー、かつ低インプライド・ボラティリティの場合を好条件と判断するために、式(5)、式(6)で示す、TC に切片を与えた一次基準と、指数式で表現した指数基準を導入することにより、リターンの改善を図る。

$$C = a(\sigma - b) + c \quad (5)$$

$$C = a \exp\{b(\sigma - d)\} + c \quad (6)$$

3. 意思決定基準の有効性に関する検証

3.1. 本研究で用いたデータ

分析においては、ATM 通貨先物コールオプション、円ドル為替レート、日米の預金金利（1 年）の 1996 年 11 月から 2008 年 7 月の計 140 ヶ月の月次データを用いた。

3.2. 投資戦略

オプションは本源的価値と時間的価値の和で価格が決まるものであり、2.1 節において本源的価値（任意の時点でオプションを行使したとした場合のペイオフ）が正となりやすい状況

について述べた。別の表現をすると、これは満期までの時間が短くなってもオプション価格が大きく下落することが少ない状況を示す。一方、時間的価値においては満期までの期間が短くなるにつれ値が減少するものであるため、オプションの価格は時間が経過するにつれて減少する。このことから、オプションを売買する際のリターンが負になる可能性を小さくするために、本研究では満期 1 年のオプションを購入し、1 ヶ月後に売り、また買い戻すという期間 1 ヶ月のロール戦略を用いる。

ただし、ロール戦略を行なう際の購入時点において、投資条件の好悪を判別する各意思決定基準を用いて、キャリーとインプライド・ボラティリティのプロットが各意思決定基準の基準線よりも上に位置する場合にのみ、投資を行う。

3.3. 分析手法

分析 1) TC, 一次基準, 指数基準の意思決定基準を用いて, 1996 年 12 月から 2007 年 7 月までの期間において毎月投資判断 (ロール戦略) を行い, リターンが最大となるように取引した場合の基準線を推定し, そのリターンを比較する。

分析 2) 分析 1 では意思決定基準毎にリターンを最大化するため, それぞれの意思決定基準によって取引数が異なる。そこで, 分析 2 では取引数に制約を設け, 同じ取引数の下で推定されたリターンの最大値を比較する。

また, 指数基準において, 分析 1, 2 共にパラメータを減らした場合についても検証した。

3.4. 意思決定基準におけるパラメータ推定法

本研究では投資期間における累積リターンが最大となるようにパラメータを推定する。その際の操作変数は各意思決定基準の基準線であり, TC の場合は “TC の閾値”, 一次基準の場合は “パラメータ a, b, c ”, 指数基準の場合は “パラメータ a, b, c, d ” である。時点 t で通貨先物コールオプションを購入し, 時点 $t+1$ で売却したときのリターンを R_t とすると, [3.2. 投資戦略] の投資期間における累積リターン最大化問題の数理計画は以下のようになる。

$$\begin{aligned} & \max \prod_{(推定期間)} return_t \\ & \left\{ \begin{array}{l} return_t = w_t R_t + 1 \\ w_t = \begin{cases} 1 & (\text{投資条件が良いと判断した場合}) \\ 0 & (\text{投資条件が悪いと判断した場合}) \end{cases} \\ R_t = \frac{P_{t+1,T} - P_{t,T}}{P_{t,T}} \end{array} \right. \end{aligned}$$

s.t.

[分析 1] 各意思決定基準を用いたリターンの最大化.

(i) TC 基準の場合 (ii) 一次基準の場合 (iii) 指数基準の場合

$$w_t = \begin{cases} 1 & (TC_t \leq (TC \text{ の閾値})) \\ 0 & (TC_t > (TC \text{ の閾値})) \end{cases} \quad w_t = \begin{cases} 1 & (C_t \geq a(\sigma_t - b) + c) \\ 0 & (C_t < a(\sigma_t - b) + c) \end{cases} \quad w_t = \begin{cases} 1 & (C_t \geq a \exp\{b(\sigma_t - d)\} + c) \\ 0 & (C_t < a \exp\{b(\sigma_t - d)\} + c) \end{cases}$$

[分析 2] 分析 1 に以下の制約条件を加え, リターンを最大化する.

$$\sum w_t = n \quad (0 \leq n \leq 140)$$

4. 分析結果と考察

4.1. 各基準を用いた場合のリターンの検証

各意思決定基準を用いてリターンを最大化するように推定したパラメータと累積リターン, 取引数を表 2 に, 推定したパラメータを代入した各意思決定基準の基準線とロール戦略のリターンを図 4, 5 に示す.

表 2 より, まず TC, 一次基準, 指数基準を比較すると, TC, 一次基準, 指数基準の順にリターンが高くなることが分かった. また, 図 4 から一次基準は TC より高ボラティリティのプロットを除けており, 指数基準は低キャリーと高ボラティリティの両方を取り除くことが出来ることが分かる. 以上のことから, キャリートレードにおいて低キャリーと高ボラティリティの両方を取り除くことが投資戦略の収益性において重要である事が数値的に分かった.

表 2 リターンの最大値と推定されたパラメータ

	a	b	c	d	累積リターン	取引数
TC			0.56		74.59	78
1次基準	0.50	3.00	0.00	----	118.44	68
指数基準	8.50	0.33	2.00	15.50	136.45	61
指数(cなし)	2.00	0.16	----	6.50	127.34	62
指数(dなし)	0.50	0.18	0.50	----	127.34	62
指数(c,dなし)	1.00	0.13	----	----	60.87	62

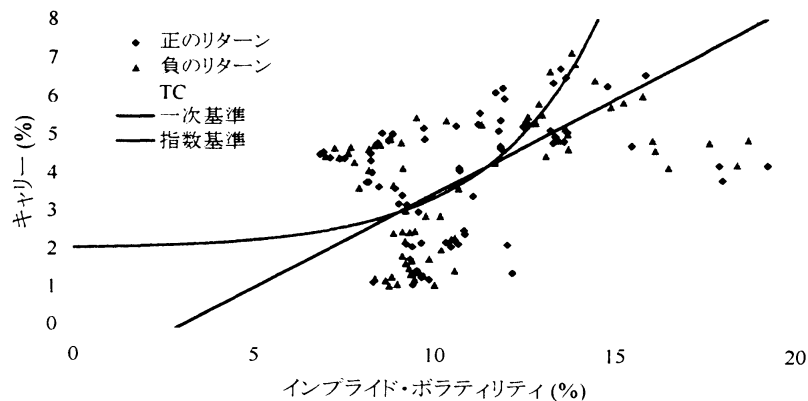


図 4 TC, 一次基準, 指数基準の基準線とリターンの散布図

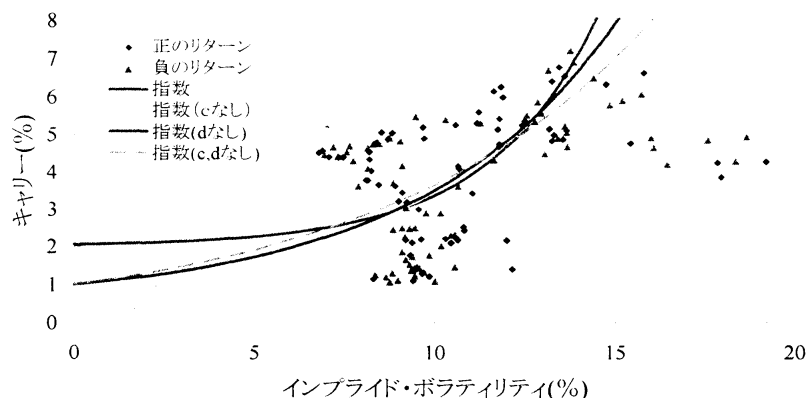


図5 指数基準とパラメータを減らした指数基準の基準線とリターンの散布図

また、指数基準とパラメータを減らした指数基準を比較すると、指数基準と c や d の一方がない指数基準ではリターンにあまり差がないことが分かった。これは図5から、パラメータを一つ減らした指数基準の基準線が、指数基準の基準線とあまり差がなく、低キャリーや高ボラティリティ両方のある程度除ける指標となっているためだと考えられる。

4.2. 各基準の取引数に制約をかけた場合のリターンの検証

取引数を等しくした下でのリターンの最大値を図6に示す。図6の左図にはTC、一次基準、指数基準の比較、図6の右図には指数基準とパラメータを減らした指数基準の比較を示す。

図6の左図より、TCに切片を与えた一次基準では、どの取引数においてもTCより高いリターンが得られたことが分かる。これは、先程と同様に切片を加えることにより、高ボラティリティ時において投資条件が悪いと判断できるようになり、意思決定基準が改善されたからだと考えられる(図4)。次に、指数基準は、取引数が大きい場合には一次基準とほぼ同じリターンだが、取引数が少ない場合において大幅にリターンが改善されることが分かる。このことから、指数基準は最適な基準線を推定できず取引した期間における取引数が少ない場合でも、リターンが安定して得られるため、TCや一次基準に比べてある程度の頑健性があると考えられる。

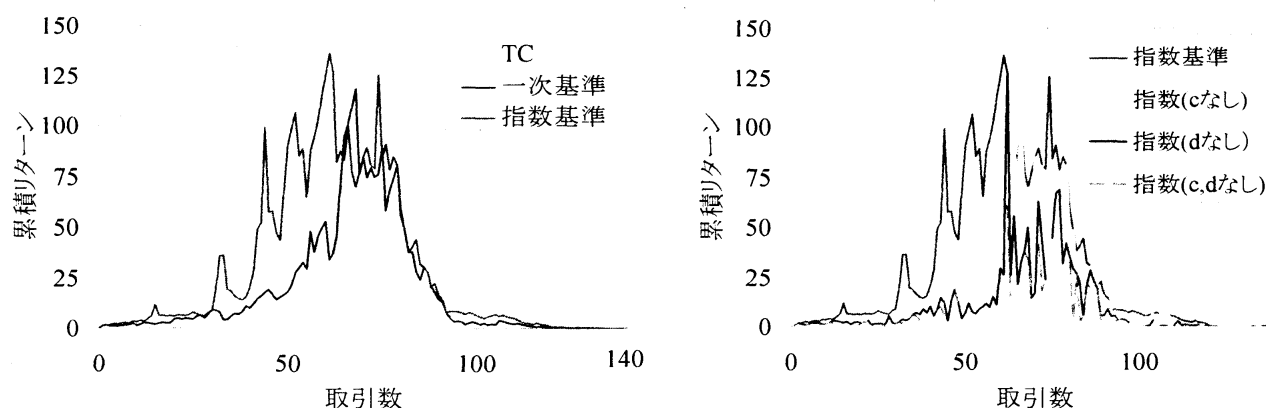


図6 各取引数でのリターンの最大値
(左図: TC, 一次基準, 指数基準, 右図: パラメータを減らした場合の指数基準)

次に、図 6 の右図から指数基準に対してパラメータを減らした場合について議論する。取引数に制約を加えていない表 2 の結果では、 c や d の一方がない指数基準において最適なパラメータを用いた場合においても、指数基準を用いた場合とほぼ同等のリターンが得られた。しかし、図 6 の右図より、取引数を等しくした下でリターンを比較すると、先程と同様に取引数が少ない場合において指数基準とパラメータを減らした指数基準に顕著な差が見られた。

以上のことから、キャリートレードにおいて意思決定基準を用いる際、指数基準などを用いて厳密に低キャリーと高ボラティリティ両方を除くことがリターンの面、頑健性の面から重要であることが分かった。

5. まとめと今後の課題

本研究では、キャリートレードを行う際の意思決定基準として新たに一次基準、指数基準を提案し、先行研究の結果と比較した。その結果、先行研究で提案された TC に比べて一次基準、指数基準を用いて投資判断を行った方がインサンプル期間におけるリターンが高いことが分かった。また、最適な取引を行なう基準線を推定できない場合でも、指数基準がほとんどの取引数で他の基準と比べ最も高いリターンを示したことから、頑健性の面からも指数基準が適していることが分かった。よって、キャリートレードを行う際の意思決定基準として、指数基準などを用い、低キャリーと高ボラティリティ両方を厳密に取り除くことが重要であることが分かった。

今後は、事後的なパラメータ推定ではなく、投資直前までのデータを基にパラメータを推定して運用した場合のパフォーマンスを検証する。また、日本円・米ドルだけでなく、他の通貨に関しても合わせて検証する予定である。

6. 参考文献

- [1] Vineer Bhansali: Volatility and Carry trade, *Journal of Fixed income*, pp.72-84, 2007.
- [2] Hull John: Options, Futures, and Other Derivatives, Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2006.
- [3] 宮崎浩一: 証券分析への招待, サイエンティスト社, 2005.
- [4] 塩沢裕之, 古賀麻衣子, 木村武: キャリートレードと為替レート変動 — 金利変動が市場参加者のリスク認識に与える影響 —, 日銀レビュー, 2009
- [5] 豪ドル相場の反発は急激、キャリートレードも活発化＝中銀高官,
<http://jp.reuters.com/article/mostViewedNews/idJPJAPAN-12868920091210>, 2010/1/13
- [6] 大村敬一, 清水正俊: 通貨オプション取引, 金融財政事情研究会, 1986